УДК 591.472

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР В КОЛЕННОМ СУСТАВЕ

А. Н. Щегольков

(Институт зоологии АН УССР)

В суставах тела человека и животных совершаются своеобразные сложные физиологические и биохимические процессы. Синовиальная оболочка играет немаловажную роль в обменных процессах: она активно участвует в образовании и всасывании внутрисуставной жидкости. Причем, в ней не обнаружено каких-либо специальных образований в виде желез, секретирующих синовию, или структур, всасывающих из полости сустава различные вещества (Гаген-Торн, 1883; Сегаль, Segal, 1913; Щелкунов, 1940; Каллистов, 1947; Барон, 1949; Павлова, 1961). Исследования С. И. Щелкунова, И. П. Каллистова, В. Н. Павловой и др. показали, что эта оболочка весьма реактивна и, что в различных ее участках могут образовываться синовиальные выросты-ворсины и складки, которые принято считать функциональными структурами. Количество выростов зависит от размеров сустава и от физической нагрузки на сустав (Каллистов, 1947; Щегольков, 1965).

Локализация синовиальных выростов в суставе изучена неполно. Между тем правильное представление необходимо для более полной характеристики функционального состояния различных отделов сустава. Целью нашего исследования было изучение изменения количества ворсин и складок и их локализации в соответствии с топографической анатомией коленного сустава взрослого человека и животных при различной физической нагрузке на суставы.

Учитывая физическую нагрузку каждого индивидуума (сведения о характере работы получали из анемнеза и историй болезни), мы разделили всех обследованных на две группы: лица, выполнявшие тяжелую физическую работу, и лица, выполнявшие легкую физическую работу. Такое разделение было необходимо для анализа и сопоставления полученных данных.

В I группу вошли разнорабочий-строитель (18 лет), работа которого связана с переноской тяжестей; колхозница (40 лет) — член полевой бригады, работа ее сопряжена с разнохарактерными движениями и локомоцией; механик-моторист (46 лет), выполнявший работы, связанные с переноской и установкой тяжелых деталей машин; прачка (55 лет), работавшая в больничной прачечной, где кроме стирки и глажки необходимо было переносить в тюках мокрое и сухое белье, убирать помещение и выполнять другие работы.

Во II группу включены мужчина-инвалид (35 лет), ходивший на костылях, не опираясь на реампутированную ногу; не работавшая на производстве тучная, малоподвижная женщина (60 лет), большую часть дня проводившая в сидячем положении; мужчина (65 лет), работавший охранником и выполнявший работы по дому; мужчина (69 лет), выполнявший работы в саду, на огороде; мужчина (69 лет), который вел малоподвижный образ жизни, физическим трудом не занимался; мужчина (69 лет), плотничавший в домашних условиях и выполнявший бытовые работы; мужчина (69 лет), работавший дворником и периодически вы-

Таблица 1

Количество ворсин и складок синовиальной оболочки коленного сустава взрослого человека (в шт.)

Объект исследования	Возраст (в годах)	Участок синовиальной оболочки																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		Всего	
		ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки	ворсины	складки
П. муж.	18	454	108	183	4	179	47	164	25	155	6	116	14	451	7	169	—	140	—	2011	211
В. муж.	35	115	—	2	—	16	—	46	—	113	—	126	—	36	—	22	—	9	—	485	—
Н. жен.	40	1088	—	19	—	210	—	140	—	187	—	169	—	253	—	148	—	87	—	2301	—
Г. муж.	46	1693	—	32	—	144	—	369	—	61	—	193	—	286	—	259	—	191	—	3228	—
К. жен.	55	325	9	20	14	93	29	41	6	178	31	183	28	55	—	72	—	9	8	976	125
Ж. жен.	60	1	—	2	—	1	—	8	—	36	—	43	—	3	—	37	—	24	—	155	—
Р. муж.	65	28	—	21	—	34	—	70	—	81	—	87	—	76	—	170	—	69	—	636	—
К. муж.	69	209	—	7	—	1	—	123	—	193	26	54	—	65	—	28	11	7	4	657	41
Л. муж.	69	131	1	4	3	46	1	77	—	6	24	14	17	30	—	17	—	19	—	337	46
Т. муж.	69	240	—	60	—	93	—	82	—	86	—	38	—	19	—	57	—	5	—	680	—
Б. муж.	69	245	—	—	—	9	—	78	—	96	—	161	—	127	—	104	—	67	—	877	—
М. муж.	75	12	—	17	—	36	—	54	—	90	—	137	—	17	—	28	—	12	—	403	—

Примечание: Прозекторский материал получен из 1-ой больницы Московского р-на г. Киева. Больные поступили по поводу срочной ампутации ноги в связи с производственными или уличными травмами, а также в связи с быстро прогрессирующими заболеваниями (гангрена, тромбоз сосудов и т. п.).

полнявший работу грузчика; мужчина (75 лет), который работал сторожем и вел малоподвижный образ жизни.

Изучение материала показало, что в коленных суставах людей при повышенной физической нагрузке образуется большое количество синовиальных ворсин, а при снижении физической нагрузки их значительно меньше. Так, в суставах людей, испытывавших большую физическую нагрузку, ворсин на много больше, чем в суставах малоподвижных людей, занятых легкой физической работой (табл. 1). К тому же в суставах рабочих, занятых тяжелым физическим трудом, преобладают крупные и средние ворсины, многие из которых имеют сложную форму: древовидную, булавовидную, в виде кустиков, аркад и т. п. У людей же, деятельность которых связана с малой физической нагрузкой, ворсины преимущественно простые, не ветвистые и в основном маленькие.

Изучая распределение ворсин по площади синовиальной оболочки в коленных суставах людей, мы учитывали характер трудовой деятельности и связанную с ней нагрузку на суставы. Оказалось, что в коленном суставе людей I группы ворсин очень много (больше 3000). В переднем верхнем завороте слизистой оболочки сумки (участок 1), в верхнем латеральном (участок 2) и верхнем медиальном завороте (участок 3) находится около половины общего количества ворсин. Несколько меньше ворсин сосредоточено в зонах вокруг латерального мениска (участок 6) и медиального мениска (участок 7), включающих передне-нижние и задне-верхние латеральные и медиальные завороты синовиальной оболочки. Здесь расположено 1/4—1/6 всего количества ворсин с некоторым преобладанием их в передней области. 1/7—1/10 всех ворсин находится в нижнем отделе сустава у латерального мениска (участок 8) и у медиального мениска (участок 9), включая передне-нижние и задне-нижние латеральный и медиальный завороты. В области от нижнего края надколенника до менисков (участок 5) содержится 1/8—1/12 общего количества ворсин. Меньше всего ворсин (1/9—1/16 общего их числа) вокруг подколенника (участок 4).

У людей II группы, выполнявших легкую работу, не связанную с большой подвижностью и переноской грузов, ворсин в коленных суставах оказалось значительно меньше (680—330 шт.), чем у людей I группы. Распределение их по отделам сустава у I и II групп исследованных существенно не отличалось.

В коленных суставах людей II группы, но которые вели малоподвижный образ жизни, ворсин еще меньше — 400—155. Причем большинство их (2/5 общего количества) расположено ниже надколенника (на участках 8 и 9). Участки 6 и 7 содержат примерно 1/3 всех ворсин. 1/5—1/8 числа ворсин в суставе находится на участке 5. Почти столько же (1/7—1/8 часть) содержится на участках 1, 2, 3. В суставе женщины, ведшей преимущественно сидячий образ жизни, в этих участках обнаружено только три ворсины (1/48 часть всего их количества) в то время, как у людей, выполнявших тяжелую физическую работу, в этих участках расположено наибольшее количество ворсин (у моториста-механика — 1693). На участке 4 находится 1/9—1/17 всех ворсин.

Таким образом, наиболее постоянными местами локализации ворсин в коленном суставе человека являются зоны вокруг менисков и область жирового тела. В заворотах синовиальной оболочки, расположенных выше надколенника, количество ворсин изменяется в зависимости от физической нагрузки и подвижности сустава. При малой физической нагрузке или сидячем образе жизни количество ворсин в этих местах наименьшее. Однако оно резко возрастает в коленном суставе подвижных субъектов, занимающихся физическим трудом. Обычно вокруг надко-

ленника у людей обеих групп расположено относительно мало ворсин, но еще меньше их в зонах по сторонам надколенника (на его уровне).

Учитывая, что количество ворсин и складок в коленных суставах людей при различной физической активности различно, мы сопоставили количества, размеры и формы ворсин в коленных суставах людей разного возраста. Оказалось, что у 35-летнего малоподвижного мужчины-инвалида в суставе реампутированной ноги, на которую до операции он не опирался, количество ворсин в четыре раза меньше, чем в суставе 18-летнего разнорабочего и почти в пять раз меньше, чем в суставе 40-летней колхозницы. Обнаружено также, что наиболее близкими по количеству ворсин были коленные суставы 75-летнего сторожа и 35-летнего инвалида. Из четырех 69-летних стариков наибольшее количество и более крупные выросты обнаружены в суставах физически активных лиц, в суставах же тех из них, кто долгое время уже не занимался физическим трудом, эти показатели были самыми низкими. Все это позволяет считать, что снижение подвижности и физической нагрузки на суставы в любом возрасте приводит к снижению функционального состояния синовиальной оболочки и наоборот — постоянное занятие физическим трудом повышает или поддерживает на определенном уровне морфо-функциональное состояние синовиального покрова сустава. Следует подчеркнуть, что во всех суставах взрослых людей ворсины локализуются преимущественно в тех участках синовиальной оболочки, где скопляется основная масса внутрисуставной жидкости (в углублениях и заворотах). Однако она не удерживается постоянно в этих отделах, а при движении перемещается по полости сустава (Манзий, 1959, 1961; Щегольков, 1965).

Изучая локализацию выростов синовиальной оболочки в коленных суставах животных, мы установили наибольшую их концентрацию в местах скопления синовиальной жидкости в суставе. Причем у каждого вида животных и даже у отдельных особей (в зависимости от строения и функции сустава) концентрация ворсин и складок весьма своеобразна (табл. 2).

У кролика домашнего (*Oryctlagus cuniculus* L.) в задних заворотах коленного сустава, где удерживается основное количество синовии, сосредоточено 87,9—90,0% всех ворсин в суставе. В других отделах сустава, куда проникает меньше синовиальной жидкости (передние завороты), насчитывается примерно 2,5—5,1% ворсин. Иное распределение ворсин в суставе зайца-русака (*Lepus europaeus* Pall.), что связано со свободным перемещением большого количества синовии по всей полости коленного сустава. В передних синовиальных заворотах сосредоточено 41,5—44,7, а в задних — 57,2—63% ворсин.

У кошки домашней (*Fellis domestica* Bris.), медведя бурого (*Ursus arctos* L.), лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes* L.), волка (*Canis lupus* L.), собаки домашней (*Canis familiaris* L.) больше всего ворсин в нижнем заднем отделе сустава, т. е. в местах скопления синовии.

В коленном суставе лошади (*Equus caballus* L.) и слона индийского (*Elephas indicus* L.) наблюдается иная локализация ворсин. Наибольшее количество их в передне-верхнем отделе сустава, где концентрируется основная масса синовии,— у лошади — 62,9, у слона — 73,3%, т. е. в два — три раза больше, чем в нижне-задних отделах суставов.

Сравнивая коленные суставы животных с различной биомеханикой тазовых конечностей (например, слона и кролика) и соответственно с иным характером перемещения и скопления внутрисуставной жидкости, можно легко заметить особенности локализации ворсин в разных отделах суставов. Так, у слона коленные суставы постоянно разогнуты и си-

Таблица 2

Локализация ворсин по площади синовиальной оболочки коленного сустава некоторых млекопитающих и человека

Объект исследования	Содержание	Количество ворсин на участках (в %)									Всего (в шт.) min—max
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Заяц-русак	На воле	0—0,8	10,4—10,2	31,1—23,7	1,3—2,6	0—0,8	15 6—3,4	14,6—17,6	14,3—26,0	13,0—15,1	78—117
Кролик	В клетке	0—0	0—0	5,1—2,5	8,0—7,5	13,1—10,0	23,3-29,5	19,0—25,0	13,5—17,5	19,0—8,0	37—40
Кошка домашняя	В виварии	6,8—14,8	0—0	1,8—2,3	13,6—11,7	15,3—16,4	17,0—21 3	13,6—10,0	18,7—15,0	10,2—8,5	59—61
Медведь бурый	В зоопарке	32,5—32,4	0—0	0—0	3,9—10,8	14,0—13,8	3,7—12,7	6,7—11,0	33,6—14,5	5,6—4,8	174—182
Лисица обыкновенная	На воле	11,3—7,6	0—0	8,5—0	1,2—15,6	13,2—21,0	6.6—4.0	14,1—11,0	31,0—19,8	14,1—21,0	106—162
Волк	В зоопарке	13,3—9,6	0—0	0-2,0	3.7—0.5	24,8—27,5	14,0—15,0	10,0—13,5	14,6—18,9	19,6—13,0	268—581
"	На воле	22,5—24,1	0,1—1,0	7,8—0,9	8,0—5,2	19,0—11,4	16,3—27,3	15,8—13,5	5,5-11,1	5,0—5,0	1386—2115
Собака домашняя	В виварии	12,8—5,0	0—0,7	1,4—1,8	15,1—12,7	14,0—36,5	18,0—15,8	20,0—17,0	11,6—7,8	7,1—5,7	251—434
"	Опыт с беговой нагрузкой	12,3—29,0	0—0,9	1,4—3,6	9,9—11,0	13,5—18,0	21,7—12,0	22,9—16,1	8,9—6,8	10,0—6,8	870—1683
"	Опыт с иммобилизацией, ампутацией	2,1—2,5	0—0	4,9—3,5	8,4—5,5	16,1—19,4	18,2—24,0	5.6—19,0	33,5—14,3	11,2—6,8	144—195
Лошадь	В обычных условиях работы	6,5	45,4	11,0	0,1	22,6	6,5	2,6	2,0	3,3	21257
Слон индийский	В зоопарке	38,7	22,6	12,0	0,6	10,8	6,6	8,0	0,4	0,3	58625
Человек		0,6—51,6	1,3—0,9	0,6—4.3	5,2—13,7	23,4—1,8	27,3—5,8	2,0—8,5	24,0—7.7	15,6—5,7	155—3291

новия удерживается в верхнем переднем завороте, где и сосредоточено 73,3% ворсин; у кролика, наоборот, коленные суставы согнуты, и лишь незначительное количество синовии проникает в передне-верхний заворот, удерживаясь в основном в задне-нижних отделах сустава, где и расположено 87,9—90% ворсин.

У людей различной профессии в одних случаях (механик-моторист) в передне-верхнем отделе коленного сустава содержится 56,8% всех ворсин сустава, в нижне-заднем отделе — только 29,5%; у людей не занятых физическим трудом и ведущих в основном сидячий образ жизни, наоборот, в передне-верхнем отделе расположено 2,5% ворсин, в задне-нижнем отделе — 92,3%. Однако у подвижных лиц в коленных суставах выросты рассеяны по всей синовиальной оболочке почти равномерно, что, как мы полагаем, связано с постоянной подвижностью сустава.

Достоверность наших данных о преимущественной локализации выростов синовиальной оболочки в местах скопления внутрисуставной жидкости подтверждается и в экспериментах на животных. У собак свободного содержания в передне-верхнем отделе коленных суставов находится 13,8—14,2% ворсин. В суставах собак, получавших ежедневную беговую нагрузку в третбане, количество ворсин в этом отделе сустава увеличилось до 34,3%, а у собаки с ампутированной голенью (коленный сустав постоянно согнут) — всего лишь 11% ворсин. При иммобилизации конечности в согнутом положении количество ворсин на участках выше надколенника значительно уменьшается и составляет всего 7%. Особенно показательно изменение количества ворсин в передне-верхнем завороте. Так, при свободном содержании собак количество ворсин в этом отделе составляет около 13%, при беговой тренировке оно возрастает до 29%, а при ампутации голени или иммобилизации сустава (в согнутом положении) снижается до 2,1—2,5%.

Изучение локализации выростов по площади синовиальной оболочки и перемещения синовиальной жидкости в коленных суставах исследованных млекопитающих позволяют заключить, что ворсины располагаются преимущественно в местах скопления и перемещения синовии. Эти структуры весьма лабильны и могут определенным образом отражать функциональное состояние различных отделов сустава в зависимости от физической нагрузки, динамики и позиции сустава при ограничении подвижности (в согнутом или разогнутом положении).

В исследованиях, проведенных нами на 120 коленных суставах человека и животных, получены данные о локализации синовиальных ворсин и складок. Эти данные, вопреки распространенному взгляду, будто указанные выросты расположены преимущественно вокруг коленной чашки, показывают, что как у человека, так и у животных постоянными участками локализации синовиальных выростов в суставе являются жировое тело и области синовиальной оболочки вокруг менисков. Однако в зависимости от строения, биомеханики сустава и мест скопления синовии в нем большие количества выростов могут наблюдаться и в синовиальных заворотах верхнего и нижнего его отделов. При физической нагрузке на сустав синовиальные выросты появляются почти на всей поверхности синовиальной оболочки.

ЛИТЕРАТУРА

Барон М. А. 1949. Реактивные структуры внутренних оболочек. Л.
Гаген-Торн О. 1883. Развитие и строение синовиальных оболочек. Докт. дисс. СПБ.
Каллистов И. П. 1947. Волокнистая конструкция и реактивные структуры синовиальной оболочки коленного сустава. Автореф. докт. дисс. М.

Манзий С. Ф. 1959. Запястье млекопитающих в свете эволюции и функции их грудных конечностей. Автореф. докт. дисс. К.
Его же. 1961. О рессорно-тормозных приспособлениях запястья млекопитающих. Архив анат., гистол и эмбриол., № 11
Павлова В. Н. 1962. Функциональная морфология синовиальной оболочки коленного сустава человека и животных. Автореф. докт. дисс. М.
Щегольков А. Н. 1965. Взаимозависимость интенсивности васкуляризации синовиальной оболочки и локализации синовии в суставе. В сб.: «Адаптивные особенности кровеносной и других систем органов у млекопитающих и птиц». К.
Щелкунов С. И. 1940. Строение синовиальной оболочки. Тр. Военно-мед. акад. им. Кирова, т. 24.
Segal C. 1913. Über die Regeneration der Sindvialmembran und der Gelenk-Kapsel. Brun's Beiträge zur Klin. Chir., Bd. 87.

Поступила 28.V 1969 г.

LOCALIZATION OF FUNCTIONAL STRUCTURES IN KNEE JOINT

A. N. Shchegolkov

(Institute of Zoology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR)

Summary

Synovial processes of joints — villi and folds are reactive structures. They are formed in those sections of the joint where synovial liquid accumulates. Their localization in different animals depends on the joint biomechanics.